4.0643
37

Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde

aus dem Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart

Stuttgart 24. Oktober 1961 Nr. 62

Beeinflussung der Federentwicklung durch ultraviolette Strahlen

Von Otto Pflugfelder, Stuttgart-Hohenheim

(Mit 5 Abbildungen)

Wachstum, Farbe und Form der Feder können durch die verschiedenartigsten Faktoren beeinflußt werden: Durch Anhängen von Bleigewichten an die sich in Entwicklung befindenden Schwanzfedern des Phoenix-Hahns erreicht man in Ostasien eine Federlänge bis zu 3 m. Durch Kastration, Sexualhormone, aber auch durch Fütterung können Federfarbe und -form beeinflußt werden. Mangel an Schilddrüsenhormon hemmt das Federwachstum. Wenig bekannt sind Veränderungen der Feder durch ultraviolettes Licht. Da die fertige Feder ein totes Horngebilde ist, sind Wirkungen der UV-Strahlen nur bei Entwicklungsstadien der Feder zu erwarten. Diese Federanlagen aber sind bereits beim Küken durch die Dunen und bei der Mauser älterer Vögel durch die Konturfedern wirksam gegen UV-Strahlen geschützt.

Nur nach Beseitigung dieses wirksamen Strahlenschutzes sind die Federanlagen experimentell beeinflußbar. Wir wählten für unsere Versuche die Federanlagen der Augenlider, die so weit auseinanderstehen, daß das UV-Licht vom Schlüpfen der Küken bis zum Alter von 2 Monaten ungehindert einwirken konnte. Bau und Entwicklung der unbeeinflußten Lid-Feder entsprechen im übrigen durchaus der Norm von Konturfedern der Körperoberfläche, abgesehen davon, daß die Zahl der Rami viel geringer ist als bei letzteren. Das Verständnis der experimentell erzeugten Abänderungen setzt die Kenntnis der Norm voraus:

Den normalen Bau der Lid-Feder veranschaulichen Abb. 1 und 2. Der Längsschnitt (Abb. 1 oben) zeigt eine Feder, deren Spule unten noch nicht geschlossen ist. Die Coriumpapille (Cp_1 und Cp_2) reicht noch weit in die Federanlage hinein und läßt deutlich zwei Abschnitte unterscheiden: Der distale Teil (Cp_1) bildet ein lockeres Maschenwerk von Zellen, die sich färberisch sehr deutlich von den Zellen des proximalen Teils (Cp_2) abheben. Während der distale Teil der Papille völlig frei von Blutkapillaren ist, ist der proximale Teil sehr gut durchblutet (K). Die mangelhafte Ernährung des distalen Teils dürfte die Ursache für das bekannte Einschrumpfen der distalen Papillenpartie sein. Dieser Rückzug der Coriumpapille erfolgt etappenweise, gefolgt von der die Coriumpapille bedeckenden Papillenepidermis (PEp). Letztere bildet genau wie die Epidermis (Ep) der Körperoberfläche, mit der sie ja, wie Abb. 1 zeigt, in kontinuierlichem Zusammenhang steht, eine Hornschicht aus. Wenn sich die Papillenepidermis mit der darunterliegenden Coriumpapille zurückzieht, bleibt die konvex nach außen gebogene Hornschicht (H) an der Stelle ihrer Entstehung zurück. H_1—H_4 kennzeichnen somit die Rückzugsstadien der Federpapille und entsprechen durchaus den Hornschichten, die später bei Bildung der Spule von dieser eingeschlossen werden und als Federseele bezeichnet werden.

Der Querschnitt der Abb. 1 (unten) ist durch die mit *—* gekennzeichnete Ebene geführt. Einen Querschnitt durch die Anlage einer Federfahne bringt Abb. 2. Im

SMITHSONIAN INSTITUTION DEC 24 1961

Gegensatz zu dem Schnitt der Abb. 1, wo die Papillenepidermis (PEp) einen einfachen Hohlzylinder darstellt, zeigt die Epidermis im Bereich der Fahne eine reiche Gliederung. Ihre äußerste Schicht (Epä) bildet die Federscheide (Fs), ihre innerste Partie eine verhältnismäßig dünne Zone, welche die Coriumpapille (Cp) umschließt. Beim Rückzug der Coriumpapille (Cp) bildet diese innere Epidermisschicht (Epi) Verhornungen, die ganz denjenigen der Seele der Federspule entsprechen. Nach der Abstoßung der Federscheide (Fs) und der Entfaltung der Feder gehen diese schutzlos zutage liegenden, am besten als Fahnenseele zu bezeichnenden Hornteile verloren, während die geschützte Spulen-Federseele erhalten bleibt.

Durch Einwirkung ultravioletter Strahlen wird die Entwicklung der Feder stark gestört. Die Verhornung der Epidermis des Federkeims wird in einem Maße beschleunigt, daß eine Differenzierung in Schaft, Rami und Radii völlig unterbleibt. Statt einer Federfahne entsteht ein kolbenförmiges Horngebilde (Abb. 3). Längs- und Querschnitte lassen eine klare Schichtung erkennen. Dichte und lockere Hornteile wechseln miteinander ab. Dieser Rhythmus wird durch die sich etappenweise zurückziehende Coriumpapille bedingt. Letztere ist außerdem stark in die Länge gestreckt und läßt eine klare Gliederung in 3 hintereinanderliegende Zonen erkennen (Cp_1, Cp_2, Cp_3).

Im Gegensatz zu den benachbarten oberflächlichen Epidermisteilen (Ep. deg) zeigt die Epidermis der Federanlage, ebenso wie die Coriumpapille, histologisch keine Schädigung, wenn nicht eben schon die starke Hornbildung als Folge einer Schädigung anzusprechen ist. Jedenfalls aber schützt das Horn die darunterliegenden lebenden Hautteile, so daß (wie in Abb. 4) unter der Hornmasse der Federmißbildung sich eine Ersatzfeder-Anlage (Ef) bilden kann. Aber auch diese neigt zu rascher, sehr intensiver Verhornung, und die Differenzierung einer Fahne unterbleibt.

Eine noch stärkere Schädigung erfuhr der Federkeim bei dem in Abb. 5 dargestellten Fall. Die Anlage wurde zwar in die Tiefe versenkt; die Coriumpapille aber zeigt schwere Strahlenschädigungen. Eine normale Hornbildung durch die Epidermis der Federanlage unterbleibt. Die Epidermispartien, welche an die Federanlage anschließen und den Übergang zur Körperoberfläche bilden, aber liefern offensichtlich überstürzt ungeformte Hornmassen, die keulenartig über die Oberfläche hinausragen (K). Mit Recht darf man wohl annehmen, daß es die Schädigungen der Zellen der Coriumpapillen sind, welche die Federbildung unmöglich machen. Die Epidermis des Federkeims scheint weniger empfindlich gegen die UV-Strahlen zu sein, denn in ihr findet man ganz normal erscheinende Zellteilungen. Allein in dem in Abb. 5 dargestellten Schnitt sind 3 Teilungsspindeln getroffen.

Nach neuerer Auffassung beruht die schädigende Wirkung des ultravioletten Lichtes darin, daß es die Pyrimidine der Nucleinsäuren verändert, insbesondere bewirkt es die Vereinigung zweier Thyminmoleküle der Desoxyribonucleinsäure (DNS) unter Ausbildung eines Cyclobutanringes (Wacker, Dellweg und Lodemann 1961). Die Ribonucleinsäure (RNS) aber wird durch UV-Licht dadurch verändert, daß das Uracil sich gleichfalls zu einer dimeren Verbindung umsetzt. Dadurch gehen in der DNS wie in der RNS die Wuchsstoffeigenschaften der Monomeren verloren und die Proteinsynthese ist empfindlich gestört, und zwar vermutlich im Ektoderm wie in der Coriumpapille des Federkeims. Unerklärlich ist bislang, weshalb die ektodermalen Zellen offensichtlich weniger geschädigt werden als die Zellen der Coriumpapille. Da aus der Normalentwicklung der Feder bekannt ist, daß dem Mesoderm die entscheidende Funktion bei der Aufteilung des Epidermiszylinders in Schaft, Rami und Radii zukommt, aber leuchtet es ohne weiteres ein, daß durch eine Schädigung des Mesoderms eine normale Federbildung unmöglich gemacht wird.

Zusammenfassung

Durch UV-Bestrahlung werden die Federkeime der Augenlider des Haushuhnes stark geschädigt, so daß mannigfache Federmißbildungen, ja sogar völlige Unterdrückung der Federbildung die Folge davon sind. Die Schädigung der Zellen der Coriumpapille ist wesentlich stärker als die der Epidermiszellen, welche sich trotz UV-Bestrahlung lebhaft mitotisch teilen. Diese lebhafte Zellvermehrung aber führt lediglich zu undifferenzierten Hornmassen.

Literatur

Beukers, R., und W. Berends: Biochim. Biophys. — Acta 41, 550 (1960).
Wacker, A., L. Träger und D. Weinblum: Ebenda 73, 65 (1961).

Anschrift des Verfassers: Professor Dr. Otto Pflugfelder, Stuttgart-Hohenheim, Zoologisches Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule

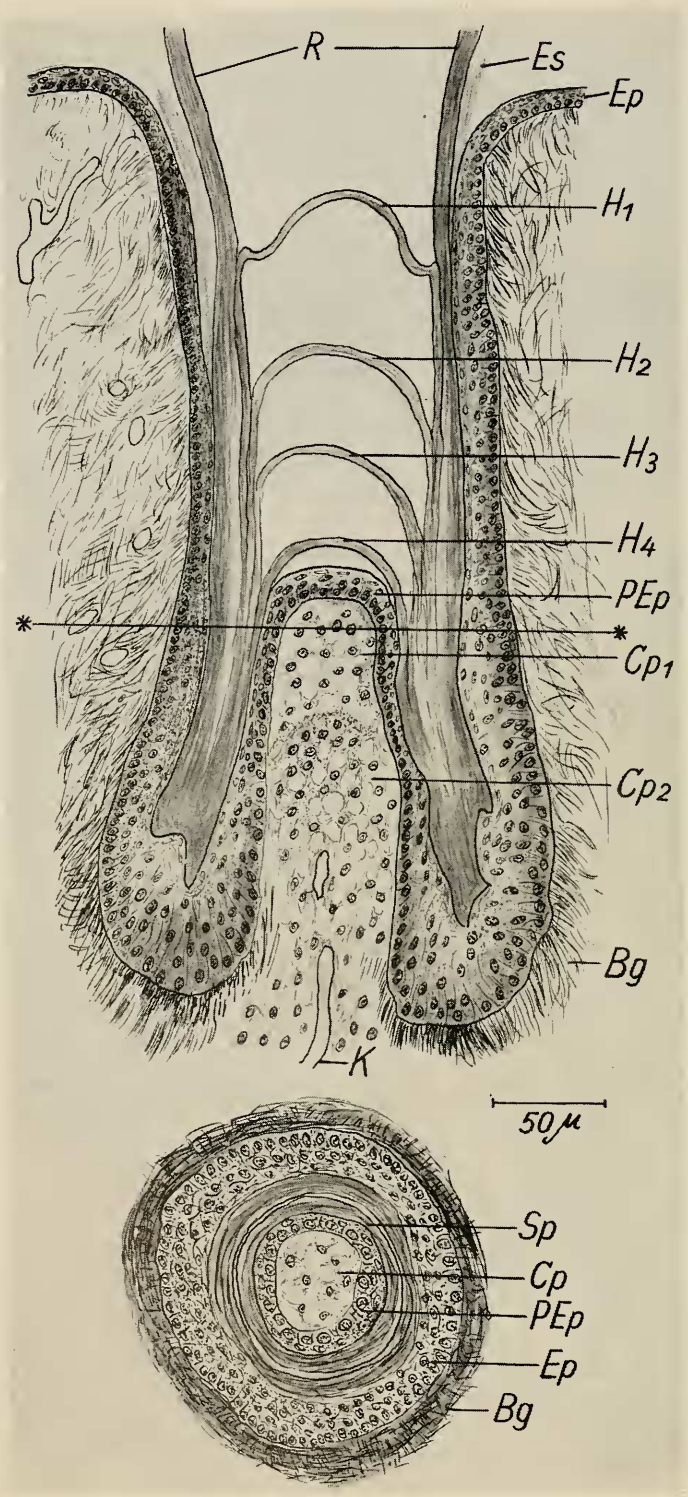

Abb. 1.

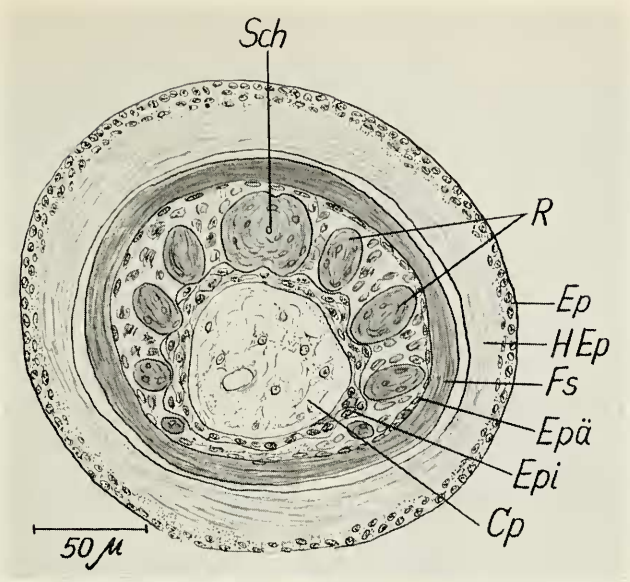

Abb. 2. Querschnitt durch einen normalen Federkeim in Höhe der Federfahne.

Cp	Coriumpapille
Ep	eingesenkte Epidermis
HEp	deren Hornschicht
Epä	äußere Epidermisschicht des Federkeims
Epi	innere Epidermisschicht des Federkeims
Fs	Federscheide
R	Rami
Sch	Schaft

Abb. 1. Längs- und Querschnitt durch eine normale Federanlage des Augenlids des Haushuhns.

Bg	Bindegewebe
Cp, Cp_1, Cp_2	Coriumpapille
Ep	Epidermis der Körperoberfläche
Es	Federscheide
H_{1-4}	Hornschichten, welche die Rückzugsstadien der Coriumpapille kennzeichnen
PEp	Papillenepidermis
R	Rami der Feder
Sp	Spule der Feder
⁎—⁎	Schnittebene des unten dargestellten Querschnitts

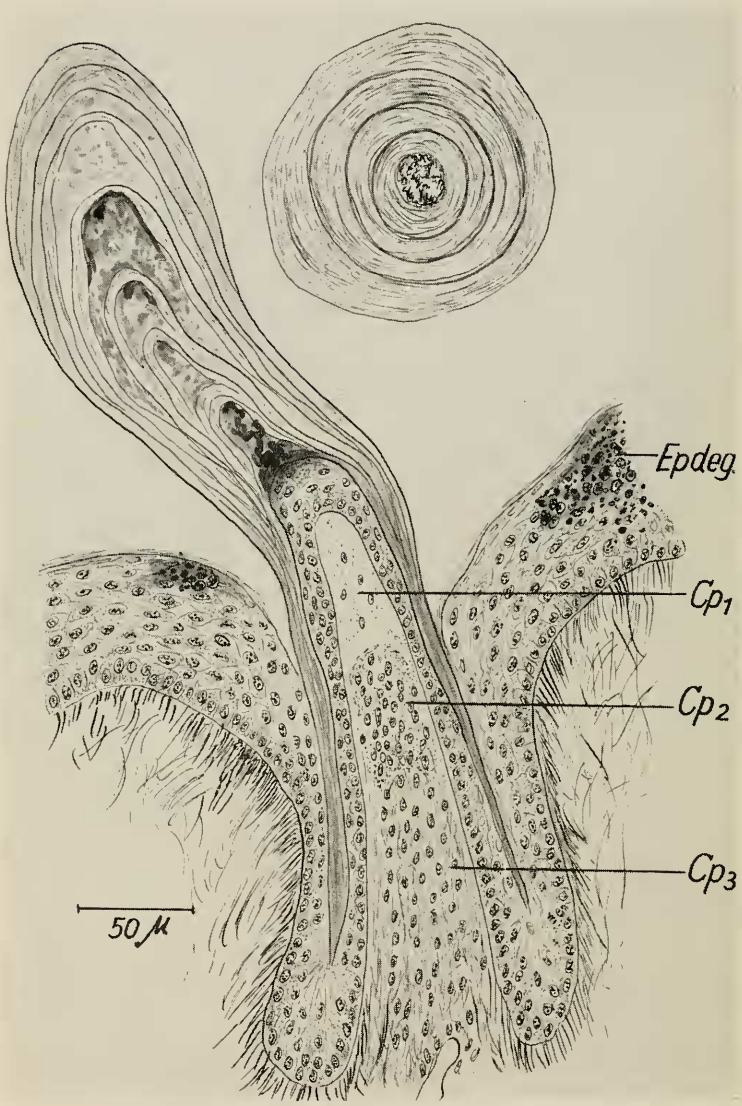

Abb. 3. Federmißbildung nach UV-Bestrahlung. Statt einer Federfahne entstand nur eine Keule aus konzentrisch geschichteten Hornmassen. Rechts daneben eine solche Hornkeule im Querschnitt.

Cp_1—Cp_3 drei Zonen der Coriumpapillen, welche zeitlich nacheinander degenerieren und so den Rückzug von Papille und Papillenepidermis bedingen

Epdeg degenerierende oberflächliche Epidermis (Strahlenschädigung)

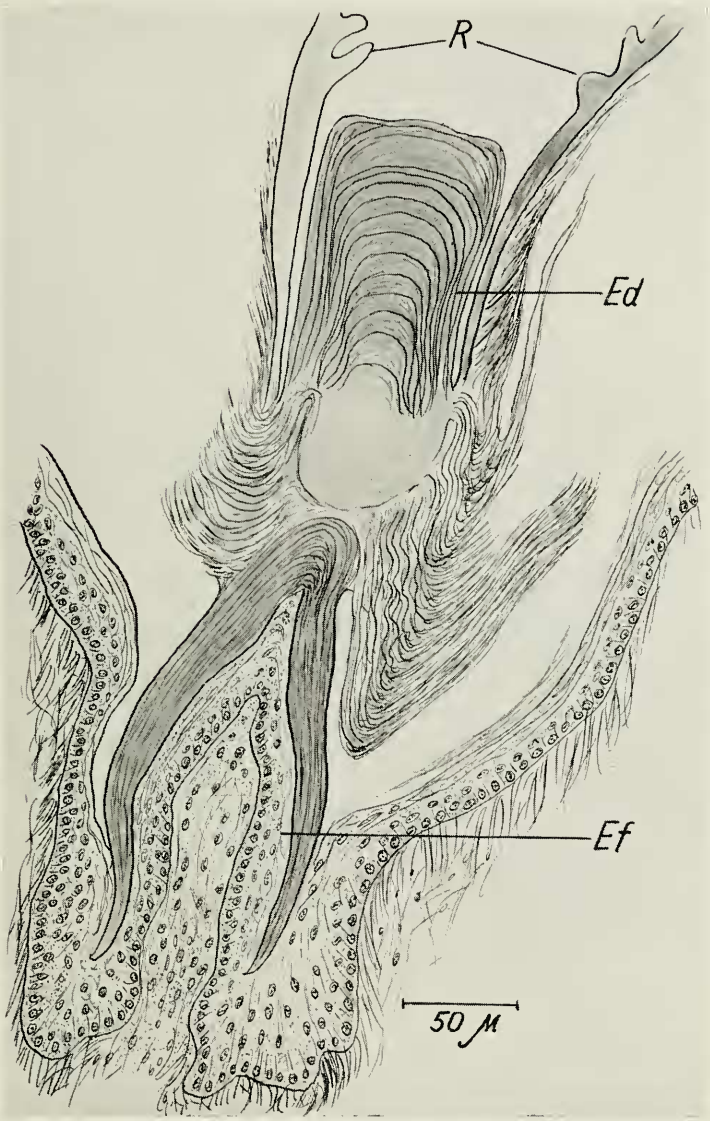

Abb. 4. Durch UV-Bestrahlung stark mißgebildete Embryonaldune (Ed), einer gleichfalls deformierten Ersatzfederanlage (Ef) aufsitzend. Die Dune zeigt zwar noch einige kurze Rami (R), die basalen Teile aber bilden nur eine geschichtete Hornmasse. Die Ersatzfederanlage bildet lediglich einen dicken Hornmantel ohne jegliche Gliederung.

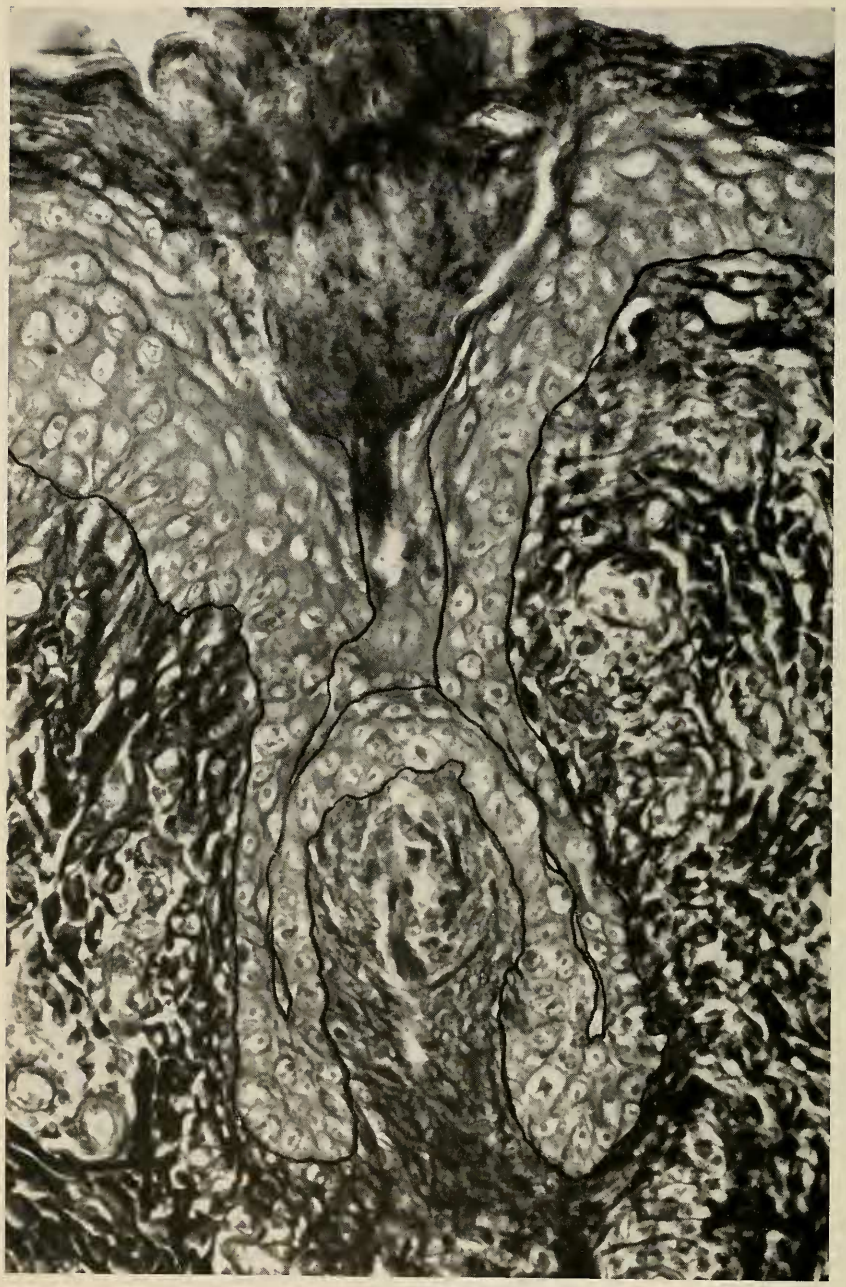

Abb. 5. Unterdrückung der Federbildung durch UV-Bestrahlung. Der Federkeim hat sich zwar eingesenkt, ist aber nicht zur Hornbildung befähigt. Dafür liefern die den Übergang zur Oberflächenepidermis bildenden Epithelteile eine mächtige, in der Photographie dunkle unstrukturierte Hornmasse (K), welche in das geschichtete Stratum corneum der Oberfläche übergeht. Die Coriumpapille zeigt zahlreiche degenerierte Zellen.